

PENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference R.35620 SK/OS	FOR FURTHER ACTION see Notification of Transmittal of International Search Report (Form PCT/ISA/220) as well as, where applicable, item 5 below.	
International application No. PCT/DE 00/00915	International filing date (<i>day/month/year</i>) 28/03/2000	(Earliest) Priority Date (<i>day/month/year</i>) 30/03/1999
Applicant ROBERT BOSCH GMBH		

This International Search Report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This International Search Report consists of a total of 2 sheets.

It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

1. Basis of the report

- a. With regard to the **language**, the international search was carried out on the basis of the international application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.

- the international search was carried out on the basis of a translation of the international application furnished to this Authority (Rule 23.1(b)).
- b. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international search was carried out on the basis of the sequence listing :
- contained in the international application in written form.
- filed together with the international application in computer readable form.
- furnished subsequently to this Authority in written form.
- furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- the statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- the statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished

2. Certain claims were found unsearchable (See Box I).

3. Unity of Invention is lacking (see Box II).

4. With regard to the title,

- the text is approved as submitted by the applicant.
- the text has been established by this Authority to read as follows:

5. With regard to the abstract,

- the text is approved as submitted by the applicant.
- the text has been established, according to Rule 38.2(b), by this Authority as it appears in Box III. The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority.

6. The figure of the drawings to be published with the abstract is Figure No.

- as suggested by the applicant.
- because the applicant failed to suggest a figure.
- because this figure better characterizes the invention.

3

None of the figures.

9/937608

**VÉRTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM
GEBIET DES PATENTWESENS**

PCT



INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts R.35620 SK/OS	WEITERES VORGEHEN	siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)
Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/00915	Internationales Anmelde datum (Tag/Monat/Jahr) 28/03/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 30/03/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H04L7/00		RECEIVED MAY 21 2002
Anmelder ROBERT BOSCH GMBH	Technology Center 2600	

<p>1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.</p> <p>2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 7 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).</p> <p>Diese Anlagen umfassen insgesamt 1 Blätter.</p>
<p>3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> I <input checked="" type="checkbox"/> Grundlage des Berichts II <input type="checkbox"/> Priorität III <input type="checkbox"/> Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erforderliche Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit IV <input type="checkbox"/> Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung V <input checked="" type="checkbox"/> Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erforderlichen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung VI <input type="checkbox"/> Bestimmte angeführte Unterlagen VII <input checked="" type="checkbox"/> Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung VIII <input checked="" type="checkbox"/> Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 06/10/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 03.07.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde: Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Haas, H Tel. Nr. +49 89 2399 8800



**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/00915

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):
Beschreibung, Seiten:

1-13 ursprüngliche Fassung

Patentansprüche, Nr.:

2-16 ursprüngliche Fassung

1 mit Telefax vom 18/06/2001

Zeichnungen, Blätter:

1/2,2/2 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/00915

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- Beschreibung, Seiten:
 Ansprüche, Nr.:
 Zeichnungen, Blatt:

5. Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erforderlichen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche 1-13, 15, 16 Nein: Ansprüche 14
Erforderliche Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche 1-12 Nein: Ansprüche 13-16
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche 1-16 Nein: Ansprüche

2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt

VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:
siehe Beiblatt

VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:
siehe Beiblatt

SEKTION V

1. Die Ansprüche 1 bis 12 der internationalen Anmeldung betreffen ein Verfahren zur Synchronisation von Sender und Empfänger bei Übertragung eines Datenstroms mit Schutzintervallen.

Als nächstkommender Stand der Technik offenbart Dokument D1 (US-A-5 732 113) ein Verfahren zur Synchronisation von Sender und Empfänger bei Übertragung eines Datenstroms mit Schutzintervallen mit

- sendeseitiger Einfügung einer Synchronisationsfolge aus mindestens zwei verschiedenen, abwechselnd periodisch ausgesendeten, Symbolsequenzen
- und Ermittlung der zeitlichen Lage des empfangenen Signals aus einem Verbundterm der verschiedenen Symbolsequenzen innerhalb eines vorgegebenen Intervalls.

Die übrigen Dokumente des internationalen Recherchenberichts beinhalten lediglich einen allgemeineren Stand der Technik im Bezug auf entsprechende Synchronisationsverfahren.

Zur Verbesserung der Genauigkeit der Blocksynchronisation wird im vorliegenden Verfahren gemäß Anspruch 1 der internationalen Anmeldung als Blockbeginn derjenige der zeitlichen Lage entsprechende Index ermittelt, bei dem die Gesamtmetrik des Verbundterms innerhalb eines vorgegebenen Intervalls ein Minimum aufweist.

Dieser Sachverhalt wird durch die Dokumente des internationalen Recherchenberichts weder einzeln noch in Kombination offenbart oder nahegelegt. Neuheit und erfinderische Tätigkeit werden somit anerkannt.

Dies gilt auch bezüglich der abhängigen Ansprüche 2 bis 12.

Die gewerbliche Anwendbarkeit ist für ein entsprechendes Übertragungssystem ebenfalls gegeben.

2. Zum Gegenstand des Anspruchs 14 offenbart Dokument D1 (US-A-5 732 113) einen Empfänger (Figur 5) zum Empfang und zur Synchronisation eines Datenstroms mit Schutzintervallen (Figur 4, (Tg)) mit
 - einem Abtastspeicher (Figur 5, (122)) für einen empfangenen Datenstrom (Figur 5, (pi, qi)),
 - einer Synchronisationsauswerteeinrichtung (Figur 5, (124, 126)) zur Ermittlung der zeitlichen Lage des empfangenen Signals aus einem Verbundterm aus mindestens zwei verschiedenen Symbolsequenzen (Figur 6, (132)) innerhalb eines vorgegebenen Intervalls (Spalte 8, Zeilen 41-47).

Der vorliegende Anspruch 14 erfüllt somit nicht die Erfordernisse gemäß Artikel 33(2) PCT (Neuheit).

Auch wenn behauptet würde, die Vorrichtung gemäß Patentanspruch 1 sei neu, beruht der Gegenstand des Patentanspruchs 14, betrachtet man Dokument D1, nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit, insbesondere, da in diesem Dokument der gleiche Gegenstand und die gleiche Art der Lösung offenbart werden wie in der vorliegenden Anmeldung.

Letzteres gilt auch für den unabhängigen Anspruch 13, der den gleichen Sachverhalt sendeseitig in Form von sehr allgemein formulierten Vorrichtungsmerkmalen beschreiben.

Die Ansprüche 13 und 14 erfüllen somit nicht die Erfordernisse gemäß Artikel 33(3) PCT (Erfinderische Tätigkeit).

Das Gleiche gilt auch für die unabhängigen Ansprüche 15 und 16 soweit sie, trotz bestehender Unklarheiten (vgl. Sektion VIII), bezüglich der erfinderischen Tätigkeit beurteilt werden können.

Der Gegenstand der vorgenannten unabhängigen Ansprüche wird durch Dokument D2 (WO-A-96 02990) ebenfalls nahegelegt (vgl. D2, Ansprüche 1-3).

SEKTION VII

Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in den Dokumenten D1 und D2 offenbare einschlägige Stand der Technik noch diese Dokumente angegeben.

Damit die Erfordernisse der Regel 6.3 b) PCT erfüllt werden, sollten die unabhängigen Ansprüche in zweiteiliger Form abgefaßt sein; diejenigen Merkmale, die in Verbindung miteinander zum Stand der Technik gehören (siehe oben), sollten im Oberbegriff genannt sein.

Desweiteren wird darauf hingewiesen, daß der Term "insbesondere" (vgl. Anspruch 1) keine technische Einschränkung zur Folge hat und daß sämtliche Merkmale des abhängigen Anspruch 5 bereits im neuen Anspruch 1 enthalten sind.

SEKTION VIII

Der zweite Teil des letzten Absatzes von Anspruch 1 ("und als Blockbeginn ...") wird nur durch zuhilfenahme der entsprechenden Passagen in der Beschreibung verständlich. Der Gegenstand eines unabhängigen Anspruchs sollte jedoch aus sich heraus verständlich sein und den Leser über die Bedeutung der betreffenden technischen Merkmale nicht im Ungewissen lassen. Dies hat zur Folge, daß die Definition des Gegenstands dieses Anspruchs nicht klar ist (Artikel 6 PCT).

Die unabhängigen Ansprüche 15 und 16 (System) erfüllen nicht das Erfordernis des Artikels 6 PCT im Hinblick auf die notwendige Klarheit, da sie durch ihre Rückbeziehung auf die Verfahrensansprüche 1 bis 12 de facto eine Mischung aus Verfahrens- und Anordnungsmerkmälen enthalten (vgl. auch die PCT-Richtlinien, III-3.1 und 4.1).

Gemäß Regel 6.3 (a) und (b) PCT hat jeder unabhängige Anspruch die für die Festlegung des Gegenstandes des Schutzbegehrens notwendigen wesentlichen technischen Merkmale der Erfindung zu enthalten, d.h. jeder unabhängige Anspruch muß aus sich heraus (ohne Rückbeziehung auf andere Ansprüche) verständlich sein.

Im vorliegenden Fall müßte ein auf eine System gerichteter unabhängiger Anspruch alle für die Ausführung der Erfindung notwendigen Anordnungsmerkmale (also auch die den Oberbegriff bildenden Anordnungsmerkmale nach der nächstkommenen Druckschrift im Sinne der Regel 6.3 (b)(i) PCT, und zwar ohne Rückbeziehung auf andere Ansprüche) enthalten.

In der vorliegenden Fassung erfüllen die unabhängigen Ansprüche 15 und 16 somit mangels einer klaren Fassung hinsichtlich der Kategorie und mangels der wesentlichen technischen Merkmale nicht die Auflagen des Art. 6 PCT.

Europäische Patentanmeldung PCT/DE00/00915
Robert Bosch GmbH, Stuttgart

R. 35620 Sk/Pz
18.06.01

Neuer Anspruch 1

1. Verfahren zur Synchronisation eines oder mehrerer Empfänger auf einen Sender innerhalb eines Übertragungssystems unter Verwendung eines Datenstromes mit Schutzintervallen mit folgenden Maßnahmen:

- Der Sender (S) fügt eine spezielle Synchronisationsfolge in den Datenstrom insbesondere zu Beginn der Aussendung ein, die dazu geeignet ist, die zeitliche Lage des zu empfangenden Signals und/oder die Frequenzablage zwischen Sender (S) und Empfänger (E) zu schätzen,
- die Synchronisationsfolge wird aus mindestens zwei verschiedenen Symbolsequenzen (A, B) gebildet, die abwechselnd periodisch ausgesendet werden,
- die zeitliche Lage des zu empfangenden Signals und/oder die Frequenzablage zwischen Sender (S) und Empfänger (E) wird aus einem Verbundterm der verschiedenen Symbolsequenzen (A, B) innerhalb eines vorgegebenen Intervalls ermittelt,
- zu einer Blocksynchronisation wird die Gesamtmetrik der als Synchronisationsfolge verwendeten mindestens zwei unterschiedlichen Symbolsequenzen herangezogen und als Blockbeginn derjenige Index ausgewählt, der die Gesamtmetrik innerhalb des vorgegebenen Intervalls minimiert.

Translation
09/937608

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

RECEIVED

JUL 17 2002

Technology Center 2600

#9
7-25-02

Applicant's or agent's file reference R. 35620 Sk/Os	FOR FURTHER ACTION	See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)
International application No. PCT/DE00/00915	International filing date (day/month/year) 28 March 2000 (28.03.00)	Priority date (day/month/year) 30 March 1999 (30.03.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H04L 27/26, 25/02		
Applicant ROBERT BOSCH GMBH	REFURBED JUL 24 2002	

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of <u>7</u> sheets, including this cover sheet.
<input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT). These annexes consist of a total of <u>1</u> sheets.
3. This report contains indications relating to the following items:
I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report
II <input type="checkbox"/> Priority
III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention
V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited
VII <input checked="" type="checkbox"/> Certain defects in the international application
VIII <input checked="" type="checkbox"/> Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 06 October 2000 (06.10.00)	Date of completion of this report 03 July 2001 (03.07.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Faxsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE00/00915

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (*Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.*):

- the international application as originally filed.
- the description, pages 1-13, as originally filed,
pages _____, filed with the demand,
pages _____, filed with the letter of _____.
pages _____, filed with the letter of _____.
- the claims, Nos. 2-16, as originally filed,
Nos. _____, as amended under Article 19,
Nos. _____, filed with the demand,
Nos. 1, filed with the letter of 18 June 2001 (18.06.2001),
Nos. _____, filed with the letter of _____.
- the drawings, sheets/fig 1/2, 2/2, as originally filed,
sheets/fig _____, filed with the demand,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- the description, pages _____
- the claims, Nos. _____
- the drawings, sheets/fig _____

3. This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/DE 00/00915

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1 - 13, 15, 16	YES
	Claims	14	NO
Inventive step (IS)	Claims	1 - 12	YES
	Claims	13 - 16	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1 - 16	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

1. Claims 1 to 12 of the international application concern a method of synchronizing transmitters and receivers when transmitting a data stream with protective intervals.

As the closest prior art, D1 (US-A-5 732 113) discloses a method of synchronizing transmitters and receivers when transmitting a data stream with protective intervals, the method including:

- introducing at the transmission end a synchronizing sequence comprising at least two different, alternately periodically emitted symbol sequences; and
- determining the time situation of the received signal from a composite term comprising the different symbol sequences within a predetermined interval.

The other international search report citations contain only more general prior art relating to corresponding synchronizing methods.

In order to improve the accuracy of block synchronization, in the present method according to

Claim 1 of the international application, the beginning of the block is considered to be the index, corresponding to the time situation, in the case of which the overall metric of the composite term is at a minimum within a predetermined interval.

This substantive matter is neither disclosed nor suggested by the international search report citations, either alone or in combination. Novelty and inventive step are therefore recognized.

The same applies to dependent Claims 2 to 12.

Industrial applicability for a corresponding transmission system is likewise established.

2. With respect to the subject matter of Claim 14, D1 (US-A-5 732 113) discloses a receiver (Figure 5) for receiving and synchronizing a data stream with protective intervals (Figure 4, (Tg)) with:
 - a sample store (Figure 5, (122)) for a received data stream (Figure 5 (pi, qi));
 - a synchronization evaluation arrangement (Figure 5, (124, 126)) for determining the time situation of the received signal from a composite term comprising at least two different symbol sequences (Figure 6, (132)) within a predetermined interval (column 8, lines 41 to 47).

Therefore the present Claim 14 does not meet the requirements of PCT Article 33(2) (novelty).

Even though it was maintained that the device as per Claim 1 is novel, the subject matter of Claim 14, in

light of D1, does not involve an inventive step, in particular because that document discloses the same subject matter and the same type of solution as the present application.

The latter applies equally to independent Claim 13, which describes the same subject matter at the transmission end in the form of very general device features.

Therefore Claims 13 and 14 do not meet the requirements of PCT Article 33(3) (inventive step).

The same also applies to independent Claims 15 and 16 insofar as they can be assessed for inventive step in light of the unclear points therein (see Box VIII).

The subject matter of the above-mentioned independent claims is likewise suggested by D2 (WO-A-96/02990) (cf. D2, Claims 1 to 3).

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

Contrary to the requirements of PCT Rule 5.1(a)(ii), the description did not cite D1 and D2 and it did not briefly outline the relevant prior art contained therein.

In order to meet the requirements of PCT Rule 6.3(b), the independent claims should be drafted in the two-part form; those features which together belong to the prior art (see above) should appear in the preamble.

Furthermore, it should be noted that the term "in particular" (see Claim 1) is not technically restrictive, and all the features in dependent Claim 5 are already included in the new Claim 1.

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

The second part of the final clause of Claim 1 ("and ...as the beginning of the block") is comprehensible only with the help of the corresponding passages in the description. However, the subject matter of an independent claim should be comprehensible *per se* and should not leave the reader uncertain as to the meaning of the technical features in question. Consequently, the subject matter of this claim is not clearly defined (PCT Article 6).

Independent Claims 15 and 16 (system) do not meet the requirement of PCT Article 6 as concerns the requisite clarity, since, owing to their back reference to method Claims 1 and 12, they actually contain a mixture of method and device features (see also PCT Guidelines III-3.1 and 4.1).

Pursuant to PCT Rule 6.3(a) and (b), each independent claim should contain the technical features of the invention necessary for establishing the subject matter for which protection is sought, i.e. every independent claim must also be comprehensible *per se* (without reference to other claims).

In the present case an independent claim directed to a system should contain all the device features necessary for carrying out the invention (i.e. also the device features according to the closest document and forming the preamble within the meaning of PCT Rule 6.3(b)(i), without reference to other claims).

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORTInternational application No.
PCT/DE 00/00915**VIII. Certain observations on the international application**

In the present version, independent Claims 15 and 16 therefore do not meet the requirements of PCT Article 6 since their category is unclear and they lack essential technical features.

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Oktober 2000 (12.10.2000)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 00/60805 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H04L 27/26.
25/02

Markus [DE/DE]; Wirninger Garten 2, D-30880 Laatzen
(DE). BRUENINGHAUS, Karsten [DE/DE]; Hasen-
springweg 82, D-38259 Salzgitter (DE). LUEBBERT, Urs
[DE/DE]; Harburgerstrasse 27A, D-21224 Rosengarten
(DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/00915

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

(30) Angaben zur Priorität:
199 14 600.4 30. März 1999 (30.03.1999) DE

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts: 11. Januar 2001

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, D-70442 Stuttgart (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

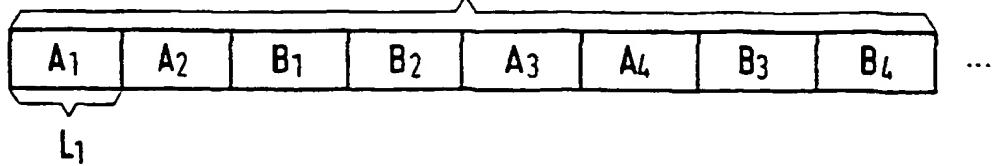
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RADIMIRSCH,

(54) Title: METHOD FOR SYNCHRONISATION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR SYNCHRONISATION

$$L_2 = k L_1, k \in \{2, 4, 6, \dots\}$$



WO 00/60805 A3

(57) Abstract: The aim of the invention is to synchronise one or several receivers (E) to a sender (S) within a transmission system. To this end, the sender (S) inserts a special synchronisation sequence into the data stream. Said synchronisation sequence is formed of at least two different symbol sequences (A, B) which are emitted in turns and periodically.

(57) Zusammenfassung: Zur Synchronisation eines oder mehrerer Empfänger (E) auf einen Sender (S) innerhalb eines Übertragungssystems fügt der Sender (S) eine spezielle Synchronisationsfolge in den Datenstrom ein. Die Synchronisationsfolge wird aus mindestens zwei verschiedenen Symbolsequenzen (A, B) gebildet, die abwechselnd periodisch ausgesendet werden.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

P 00 E 00/00915

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H04L27/26 H04L25/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 96 02990 A (HD DIVINE) 1. Februar 1996 (1996-02-01) Seite 7, Zeile 11 -Seite 8, Zeile 4 ----	1-16
A	EP 0 529 421 A (DAIMLER BENZ AG) 3. März 1993 (1993-03-03) Seite 3, Zeile 40 - Zeile 47 Seite 4, Zeile 25 - Zeile 27 Seite 6, Zeile 1 - Zeile 39 ----	1-16
A	DE 44 46 639 A (ROHDE & SCHWARZ) 4. Juli 1996 (1996-07-04) Spalte 1, Zeile 23 - Zeile 27 Spalte 1, Zeile 66 - Spalte 2, Zeile 2 ----	1-16
A	US 5 732 113 A (SCHMIDL TIMOTHY M ET AL) 24. März 1998 (1998-03-24) Spalte 8, Zeile 31 - Zeile 47 -----	1-16

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
 "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
20. September 2000	27/09/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Orozco Roura, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/00915

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 9602990	A 01-02-1996	AU 2994495 A		16-02-1996
		CN 1152982 A		25-06-1997
		JP 10505471 T		26-05-1998
		SE 9402464 A		14-01-1996
EP 0529421	A 03-03-1993	DE 4128713 A		04-03-1993
		AT 172590 T		15-11-1998
		DE 59209533 D		26-11-1998
		ES 2124238 T		01-02-1999
DE 4446639	A 04-07-1996	NONE		
US 5732113	A 24-03-1998	WO 9800946 A		08-01-1998



(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : H04L 7/00	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/60805 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 12. Oktober 2000 (12.10.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/00915 (22) Internationales Anmeldedatum: 28. März 2000 (28.03.00)		(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(30) Prioritätsdaten: 199 14 600.4 30. März 1999 (30.03.99) DE		Veröffentlicht Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.
(71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): RADIMIRSCH, Markus [DE/DE]; Wirninger Garten 2, D-30880 Laatzen (DE). BRUENINGHAUS, Karsten [DE/DE]; Hasenspringweg 82, D-38259 Salzgitter (DE). LUEBBERT, Urs [DE/DE]; Harburgerstrasse 27A, D-21224 Rosengarten (DE).		

(54) Title: METHOD FOR SYNCHRONISATION

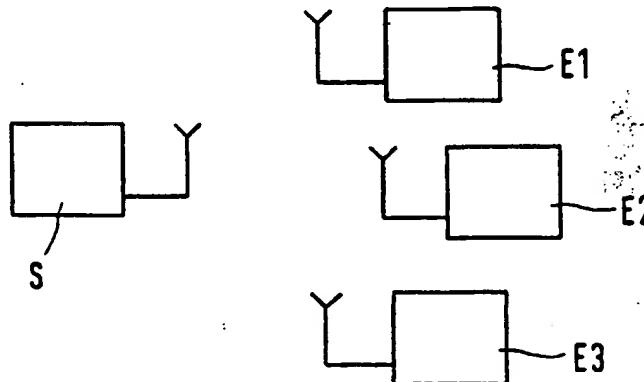
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR SYNCHRONISATION

(57) Abstract

The aim of the invention is to synchronise one or several receivers (E) to a sender (S) within a transmission system. To this end, the sender (S) inserts a special synchronisation sequence into the data stream. Said synchronisation sequence is formed of at least two different symbol sequences (A, B) which are emitted in turns and periodically.

(57) Zusammenfassung

Zur Synchronisation eines oder mehrerer Empfänger (E) auf einen Sender (S) innerhalb eines Übertragungssystems fügt der Sender (S) eine spezielle Synchronisationsfolge in den Datenstrom ein. Die Synchronisationsfolge wird aus mindestens zwei verschiedenen Symbolsequenzen (A, B) gebildet, die abwechselnd periodisch ausgesendet werden.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Turkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KR	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LJ	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		

Verfahren zur Synchronisation

10

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur
15 Synchronisation eines oder mehrerer Empfänger auf einen
Sender innerhalb eines Übertragungssystems unter Verwendung
eines Datenstromes mit Schutzintervallen insbesondere für
den Ausgleich von Mehrwegeausbreitung sowie von einem Sender
zur Aufbereitung einer Synchronisationsfolge und einem
20 Empfänger zur Auswertung dieser Synchronisationsfolge und
einem Kommunikationssystem.

Es wird beispielsweise davon ausgegangen, daß ein Sender
einen oder mehrere Empfänger bedient. Der Sender sendet zu
25 einem Zeitpunkt ein oder mehrere Pakete an die Empfänger.

In einem Übertragungssystem, welches insbesondere OFDM
(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) verwendet,
stellt sich das Problem der Synchronisation. Bei der OFDM-
30 Übertragung werden die Sendesymbole auf mehrere Unterträger
im Frequenzbereich durch eine im allgemeinen digitale
Modulationsart aufmoduliert [1]. Die Unterträger werden dann
in Summe mit einer IFFT (Inverse Fast Fourier
Transformation) in den Zeitbereich transformiert und
35 anschließend ausgesendet.

Im Empfänger ist es notwendig einige Informationen über das gesendete Signal zu rekonstruieren, insbesondere den Blockbeginn und die Frequenzablage.

5 Zur Ermittlung des Blockbeginns muß die zeitliche Lage des zu empfangenden Signals bekannt sein. Für diesen Zweck wird meist ein zweistufiges Verfahren verwendet, demgemäß zuerst eine grobe und anschließend eine feine Detektion des Blockbeginns nacheinander durchgeführt werden.

10 Im Normalfall hat der Empfänger eine Frequenzablage gegenüber dem Sender. Im Falle von OFDM ist diese Ablage besonders kritisch, weil es dadurch zu einer Störung der Orthogonalität kommen kann, die zu erhöhten Bitfehlern führt. Die Frequenzsynchronisation dient dazu, diese Frequenzdifferenz zu korrigieren.

15 Um in einem Kommunikationssystem mit Übertragung relativ kurzer Datenpakete eine Synchronisation zu erreichen, werden einem Übertragungsburst gemäß [2], [3] und [4] zwei identische Synchronisationssymbole, insbesondere OFDM-Symbole vorangestellt, die zweimal mit einem vorgegebenen Abstand ausgesendet werden. Die Position dieser Signale kann durch Auswertung der Metrik bestimmt werden.

20 25 Zur Vermeidung von Intersymbol-Interferenzen (ISI) wird im Zusammenhang mit der OFDM-Übertragungstechnik häufig ein Schutzintervall im Sender eingefügt, dessen Länge an die Dauer der Kanalimpulsantwort angepaßt ist. Damit im Empfänger auch tatsächlich keine Störung durch zeitlich benachbarte Symbole auftreten, muß der Einschwingzeitpunkt, das heißt der Beginn des ISI-freien Signalabschnittes, vor der Datenauswertung im Empfänger ermittelt werden. Die Ermittlung dieses Zeitpunktes wird als Block- oder Symbolsynchronisation bezeichnet. Wenn die Impulsantwort des

vorliegenden Kanals kürzer ist als das Schutzintervall, muß die Blocksynchronisation nicht genau den Beginn des eingeschwungenen Zustands ermitteln, sondern es ergibt sich ein zulässiges Synchronisationsintervall.

5

Vorteile der Erfindung

Mit den Maßnahmen gemäß Anspruch 1 lässt sich die Genauigkeit der Synchronisation gegenüber bekannten Verfahren wesentlich verbessern. Während die bekannten Verfahren eigentlich nur zu einer groben Blocksynchronisation verwendbar sind, liefert das Verfahren nach der Erfindung recht genaue Ergebnisse sowohl hinsichtlich einer feinen Block- als auch einer Frequenzschätzung. Die erfindungsgemäße Lösung eignet sich vorteilhaft für OFDM als Übertragungsverfahren. Wenn eine kohärente Demodulation vorgesehen ist, kann die Synchronisationsfolge zur Blocksynchronisation und Schätzung der Frequenzablage auch zur Schätzung der Kanalimpulsantwort verwendet werden.

20

Der Implementierungsaufwand für das Verfahren nach der Erfindung ist kaum höher als bei bekannten Verfahren, liefert aber eine erhöhte Genauigkeit der Schätzung insbesondere der Frequenzablage.

25

Das Verfahren nach der Erfindung bzw. ein entsprechender Sender und Empfänger eignet sich vorteilhaft zum Einsatz in Funksystemen, und zwar in normalen bidirektionalen Kommunikationssystemen mit variabler Rollenverteilung von Sender und Empfänger als auch in Rundstrahlsystemen, in denen die Rollen von Sender und Empfänger statisch über der Zeit sind.

35

Als Übertragungsmedium kann außer Funk auch eine leitungsgebundene Übertragung vorgesehen sein,

beispielsweise über Koaxialkabel oder über geschirmte oder ungeschirmte Adernpaare eines Leitungsnetzes. Auch in Hybridkommunikationssystemen, daß heißt mit Funkkomponenten, leitungsgebundenen Komponenten und/oder Lichtquellenleiter-Komponenten, ist die Erfindung vorteilhaft einsetzbar.

Als Modulationsart eignet sich insbesondere OFDM. Aber auch in Systemen ohne OFDM, wo Übertragungsverfahren verwendet werden, in denen ein Schutzintervall für den Ausgleich von Mehrwegeausbreitung vorgesehen ist, kann die Erfindung vorteilhaft zum Einsatz kommen.

Zeichnungen

Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Funknetz mit einem Sender und mehreren Empfängern,

Figur 2 den Aufbau einer Synchronisationsfolge nach dem Stand der Technik,

Figur 3 den Aufbau einer Synchronisationsfolge nach der Erfindung,

Figur 4 den Aufbau einer Synchronisationsfolge mit Präambel,

Figur 5 ein Blockschaltbild eines Senders nach der Erfindung,

Figur 6 ein Blockschaltbild eines Empfängers nach der Erfindung.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Bevor auf die eigentliche erfindungsgemäße Realisierung eingegangen wird, wird zum besseren Verständnis die Synchronisation nach dem Stand der Technik erläutert.

Es wird für die folgenden Betrachtungen davon ausgegangen, daß gemäß Figur 1 ein Sender S eines Teilnehmers mehrere Empfänger E1, E2, E3 anderer Teilnehmer bedient.

5 Der Sender S eines Teilnehmers sendet im Moment ein oder mehrere Datenpakete an die Empfänger E1, E2, E3, deren Dauer konstant oder variabel sein kann. Die Situation kann sich allgemein auch derart ändern, daß dynamisch einer der Teilnehmer vom Empfangsbetrieb später auf Sendebetrieb
10 umschaltet und ein sendernder Teilnehmer und/oder die anderen empfangenden Teilnehmer dann im Empfangsbetrieb arbeiten.

Es wird weiter davon ausgegangen, daß als
Übertragungsverfahren OFDM verwendet wird, vergleiche
15 [1], [3], [4]. Dazu werden die Sendesymbole auf mehrere Unterträger im Frequenzbereich durch eine im allgemeinen digitale Modulationsart aufmoduliert. Die Unterträger werden dann in Summe mit einer IFFT (Inverse Fast Fourier Transformation) in den Zeitbereich transformiert und anschließend ausgesendet.
20

Da in einem Kommunikationssystem nur kurze Datenpakete übertragen werden, ist eine schnelle Synchronisation dringend erforderlich. Dies ist nur mit Hilfe eines
25 speziellen Synchronisationssymbols zu erreichen, das dem Datenpaket im Sender vorangestellt wird.

Ein bekanntes Verfahren zur Blocksynchroisation, vergleiche [2] und [3], ist die Auswertung eines Signals $A = \{r_i\}$ der
30 Länge N, das zweimal mit dem Abstand P versendet wird, siehe Figur 2. Die Position dieses Signals kann durch Auswertung der Matrik:

$$\begin{aligned}
 \lambda(i, N, P) &= \min_{\varphi} \left\{ \sum_{j=0}^{N-1} |r(i+j) - r(i+j+P)e^{j\varphi}|^2 \right\} \\
 &= \min_{\varphi} \left\{ \sum_{j=0}^{N-1} |r(i+j)|^2 + |r(i+j+P)|^2 - 2 \operatorname{Re} \{ r(i+j)r^*(i+j+P)e^{-j\varphi} \} \right\} \\
 5 &= \sum_{j=0}^{N-1} |r(i+j)|^2 + |r(i+j+P)|^2 - 2 \left| \sum_{j=0}^{N-1} r(i+j)r^*(i+j+P) \right| \\
 &= E(i, N, P) - 2|w(i, N, P)|
 \end{aligned}$$

bestimmt werden.

10 Das Kriterium für den Blockbeginn ist gegeben durch den Index i , bei dem die Matrik ihre minimale Phase aufweist:
 $i_{\text{start}} = \arg \min_i \lambda(i, N, P)$

15 Die Blocksynchronisation im OFDM-System soll anhand der periodischen Präambel auf den interferenzfreien Bereich der folgenden Datenblöcke schließen. Dazu wird das Korrelationsfenster gegenüber der Sequenzlänge um die Länge des Schutzintervalls verkürzt.

20 Dieses zuvor beschriebene Verfahren wird eigentlich zur groben Blocksynchronisation verwendet. Daher liefert es prinzipbedingt nur recht ungenau Ergebnisse sowohl hinsichtlich einer feinen Block- als auch Frequenzschätzung.

25 Der Sender S gemäß Figur 1 fügt eine spezielle Synchronisationsfolge insbesondere zu Beginn der Aussendung in den Datenstrom ein, die im Empfänger dazu dient, die zeitliche Lage des zu empfangenden Signals und/oder die Frequenzablage zwischen Sender und Empfänger zu schätzen.
30 Die Synchronisationsfolge wird erfundungsgemäß folgendermaßen gebildet:

- es werden zwei verschiedene Symbolsequenzen A und B gleicher Länge L , mit idealerweise günstigen

Autokorrelations-Eigenschaften ausgewählt. Im Falle von OFDM können dies OFDM-Symbole sein, die die gleiche oder verschiedene Länge wie ein normales Datensymbol haben,

- 5 - die beiden Symbolsequenzen A und B werden immer so ausgesendet, das abwechselnd zweimal A und zweimal B ausgesendet wird, gemäß Figur 3. Die Indizes bei den Symbolsequenzen A und B bezeichnen dabei das Auftreten der Folgen A und B.

10 Die zeitliche Lage des zu empfangenden Signals zwischen Sender S und Empfänger E wird aus einem Verbundterm, insbesondere der Gesamtmetrik, der verschiedenen Symbolsequenzen, hier der Symbolsequenzpaare innerhalb eines vorgegebenen Intervalls, ermittelt.

15

Dann ergibt sich im Empfänger die Gesamtmetrik λ_s aus der Summe der Einzelmetriken λ über alle gleichartigen Sequenzpaare (A_i, A_m) bzw. (B_i, B_m) mit $1 \leq i, m \leq M$ und $m > i$ zu:

$$\lambda_s(i) = \sum_{(A_i, A_m) \in M_A} \lambda(i + S(A_i, A_m), L_1, \Delta(A_i, A_m)) + \sum_{(B_i, B_m) \in M_B} \lambda(i + S(B_i, B_m), L_1, \Delta(B_i, B_m))$$

25 In dieser Gleichung bezeichnet $S(X, Y)$ den relativen Startindex für das Signalintervall X und $\Delta(X, Y)$ den Abstand der beiden Signalpaare X, Y.

30 Es wird derjenige Index i_{start} als Blockbeginn ausgewählt, der die Metrik λ_s innerhalb eines von der Rahmensynchronisation vorgegebenen Intervalls I_{rs} minimiert:

$$i_{start} = \arg \min_{i \in I_{rs}} \lambda_s(i)$$

- 8 -

Bei der Frequenzschätzung ergibt sich das Problem, daß die Phasendrehung zwischen zwei gleichartigen Symbolen (A_1, A_m) bzw. (B_1, B_m) 360° überschreiten kann, so daß die resultierende Vieldeutigkeit zunächst aufgelöst werden muß.

Als Referenzfrequenz f_{ref} hierfür kann die geschätzte Frequenzlage \hat{f}_o aus der Phasendrehung $\hat{\phi}_{o1}$ jeweils zwei benachbarter periodischer Abschnitte herangezogen werden, da hier der Fangbereich mit $|\hat{f}_o| < f_o / (\pi L_1)$ am größten ist,

wobei

$$\hat{f}_{ref} = \hat{f}_{o1} = \frac{\hat{f}_o \cdot \hat{\phi}_{o1}}{2\pi L_1}$$

mit

$$\hat{\phi}_{o1} = \arg \left\{ \sum_{l=1,3,5,\dots}^{M-1} w(i_{start} + S(A_l, A_{l+1}), L_1, L_1) + w(i_{start} + S(B_l, B_{l+1}), L_1, L_1) \right\}.$$

Um eine möglichst sichere Frequenzschätzung zu erzielen, sollten auch hier die Phasendrehungen auf allen anderen Intervall-Paaren (A_1, A_m) bzw. (B_1, B_m) berücksichtigt werden. Seien $M_{A,\delta} \subset M_A$ und $M_{B,\delta} \subset M_B$ die Menge aller Paare (A_1, A_m) bzw. (B_1, B_m) mit gleichem Abstand $\Delta(A_1, A_m)$ bzw. $\Delta(B_1, B_m)$ und sei δ_{max} die Anzahl unterschiedlicher Mengen $M_{A/B,\delta}$, dann ergibt sich insgesamt für den Schätzwert der Frequenzlage \hat{f}_o :

$$\hat{f}_o = \sum_{\delta=1}^{\delta_{max}} c_\delta \cdot \hat{f}_{o\delta} = \sum_{\delta=1}^{\delta_{max}} c_\delta \frac{\hat{f}_o \hat{\phi}_{o\delta} \cdot e^{-j\Gamma(\hat{\phi}_{o1}, \hat{\phi}_{o\delta})}}{2\pi\delta (A_1, A_m \in M_{A,\delta})}$$

wobei

$$\hat{\phi}_{o\delta} = \arg \left\{ \sum_{(A_l, A_m) \in M_{A,\delta}} w(i_{start} + S(A_l, A_m), L_1, \Delta(A_l, A_m)) + \sum_{(B_l, B_m) \in M_{B,\delta}} w(i_{start} + S(B_l, B_m), L_1, \Delta(B_l, B_m)) \right\}.$$

Die Koeffizienten c_δ sind Wichtungsfaktoren, mit denen die unterschiedlichen Rauschleistungen, die den

Phasenschätzwerten überlagert sind, berücksichtigt werden. Sie ergeben sich einerseits aus der Anzahl Sequenzpaare, die berücksichtigt werden, andererseits aus dem Abstand (X, Y) der Frequenzpaare. Die Funktion $v(\hat{\phi}_{oi}, \hat{\phi}_{os})$ löst die 5 Vieldeutigkeit der Phase $\hat{\phi}_{os}, \delta > 1$ anhand des zuvor ermittelten Phasenschätzwertes $\hat{\phi}_{oi}$ auf.

Die angegebenen Symbole können erfahrungsgemäß auch zur Kanalschätzung herangezogen werden, wenn sie im Sender und Empfänger bekannt sind. Zu diesem Zweck werden die 10 Synchronisationssymbole nach erfolgter Frequenzkorrektur im Empfänger FFT-prozessiert und die Amplituden- und Phasengewichte der einzelnen Unterträger bestimmt. Wenn die Synchronsignale (A bzw. B) kürzer sind als ein normales 15 OFDM-Symbol, müssen die Phasen- und Amplitudengewichte der nicht übertragenen Unterträger durch Interpolation ermittelt werden. Die Tatsache, daß mehrere bekannte Synchronsymbole verwendet werden, kann dazu ausgenutzt werden, eine 20 Mitteilung der Kanalparameter über die bekannten Symbole durchzuführen, um damit die Genauigkeit der Kanalschätzung zu erhöhen.

Es soll nun angenommen werden, daß der Sender jeder 25 Synchronisationsfolge eine Präambel nach Figur 4 voranstellt. Der erfahrungsgemäßen Synchronisationsfolge wird eine Präambel vorangestellt, die dazu dient, die Gain control des Empfängers richtig einzustellen, um die Analog-Digital-Umsetzer im Empfänger voll auszusteuern. Das sich anschließende Synchronisationssymbol besteht aus der Sequenz 30 ABBAA.

Die Metrik für die Blocksynchronisation wird in diesem Fall folgendermaßen berechnet:

$$\begin{aligned}\lambda_3(i) = & \lambda(i, L_1, L_1) + \lambda(i, L_1, 4L_1) + \lambda(i, L_1, 5L_1) + \lambda(i + L_1, L_1, 3L_1) \\ & + \lambda(i + L_1, L_1, 4L_1) + \lambda(i + 4L_1, L_1, L_1) + \lambda(i + 2L_1, L_1, L_1)\end{aligned}$$

Die Einzelmetriken entsprechen den Paaren (A_1, A_2) , (A_1, A_3) ,
 (A_1, A_4) , (A_2, A_3) , (A_2, A_4) , (A_3, A_4) , (B_1, B_2) . Der Startwert für
5 den Block ist:

$$i_{start} = \arg \min_i \lambda_3(i)$$

Für die Frequenzsynchronisation wird die Frequenzablage \hat{f}_0
10 folgendermaßen berechnet:

$$\hat{\phi}_{01} = \arg \{ w(i_{start}, L_1, L_1) + w(i_{start} + 2L_1, L_1, L_1) + w(i_{start} + 4L_1, L_1, L_1) \},$$

$$\hat{\phi}_{02} = \arg \{ w(i_{start}, L_1, 4L_1) + w(i_{start} + L_1, L_1, 4L_1) \}$$

15

$$\hat{f}_0 = \frac{f_o}{2\pi} \left(c_1 \frac{\hat{\phi}_{01}}{L_1} + c_2 \frac{\hat{\phi}_{02} e^{-j\pi(\hat{\phi}_{01}, \hat{\phi}_{02})}}{4L_1} \right)$$

Eine mögliche Realisierung des Senders ist in Figur 5
20 gezeigt. Ein OFDM-Sender, das heißt dessen Codier- bzw.
Modulationseinrichtung CM, wird mit einer Bitfolge gespeist.
Es folgt die übliche Prozessierung mit IFFT (Inverse Fast
Fourier Transformation), parallel-seriell Wandlung P/S sowie
das Einfügen des Schutzintervalls SI durch periodische
25 Fortsetzung (vergleiche [1]). Anschließend wird zu Beginn
einer jeden Aussendung die Synchronisationsfolge aus einem
Speicher SP ausgelesen und zusammen mit der Präambel nach
Figur 4 mittels der Einblendseinrichtung EB eingefügt. Das
Signal wird digital-analog (D/A) umgesetzt und dem
30 Sendefrontend SF übergeben, wo es gegebenenfalls in eine
andere Frequenzlage hochgemischt und über eine Antenne
ausgesendet wird. Das Einfügen der Synchronisationsfolge
geschieht in der Realisierung in Figur 5 nach der IFFT, so
daß im Speicher SP das Zeitsignal der Synchronisationsfolge
35 vorliegen muß. Unter bestimmten Bedingungen ist es aber

genauso gut möglich, die Synchronisation folge vor der IFFT einzufügen und durch die IFFT prozessieren zu lassen.

Eine mögliche Realisierung des Empfängers ist in Figur 6
5 gezeigt. Im Empfänger gelangt das ins Basisband gemischte und analog-digital umgesetzte Signal in einen Abtastspeicher AS. Auf diesen Abtastspeicher AS kann die
Synchronisationsvorrichtung SY zugreifen, um die
10 Blocksynchronisation, Frequenzsynchronisation und Kanalschätzung durchzuführen. Nach erfolgreicher Blocksynchronisation wird eine Fensterungseinheit BS angesprochen, die die richtigen Werte aus dem Abtastpufferspeicher liest. Anschließend wird eine Frequenzkorrektur in der Mischeinrichtung FS mit der ermittelten Frequenzablage durchgeführt. Nach der seriell-parallel Umsetzung S/P und der FFT-Prozessierung werden die
15 von der Kanalschätzung ermittelten Kanalparameter zur Demodulation und Dekodierung DM verwendet.
20 Nachfolgend werden Alternativen zur Realisierung des erfundungsgemäßen Verfahrens vorgestellt:

- Beim Berechnungsverfahren für die Gesamtmetrik ist es auch möglich, nicht alle möglichen Paare zu
berücksichtigen. Im Ausführungsbeispiel würde sich die
25 Berechnungsvorschrift für die Blocksynchronisation beispielsweise folgendermaßen ändern:

$$\lambda_s(i) = \lambda(i, L_1, L_1) + \lambda(i, L_1, 4L_1) + \lambda(i+L_1, L_1, 4L_1) + \lambda(i+4L_1, L_1, L_1) + \lambda(i+2L_1, L_1, L_1)$$

30 Die Einzelmetriken würden in diesem Fall den Paaren (A_1, A_2) , (A_1, A_3) , (A_2, A_4) , (A_3, A_4) , (B_1, B_2) entsprechen.

Gleichermassen ist es möglich, beim Berechnungsverfahren
für die Frequenzablage nur einen Teil der möglichen

Winkelablagen bei der Berechnung der Gleichung für $\phi_{0\delta}$ zu verwenden.

- Es ist unter Umständen günstig, Schutzintervalle vor den einzelnen Frequenzpaaren einzufügen. Wenn S ein Schutzintervall beliebiger Länge ist (im allgemeinen die periodische Fortsetzung eines Symbols), ergibt sich damit beispielhaft die Folge SAASBBSAA. Die oben beschriebenen Berechnungsvorschriften gelten sinngemäß, wobei die Schutzintervalle nicht ausgewertet werden.

- Gemäß dem zuvor beschriebenen Verfahren werden die Signalfolgen A und B jeweils paarweise mehrere Male nacheinander versendet. Die Verfahren für Block- und Frequenzsynchronisation lassen sich analog auch verwenden, wenn die Signalfolgen einzeln hintereinander folgen, zum Beispiel die Folge ABAB. Ebenso ist es möglich, die Folgen A und B nicht paarweise, sondern jeweils mehr als zweimal einzufügen. Eine beispielhafte Folge für je dreifaches Auftreten wäre AAABBBAAA. Die oben angegebenen Berechnungsvorschriften gelten sinngemäß.

Darüberhinaus ist es möglich, mehr als zwei verschiedene Signalfolgen zu verwenden, beispielsweise 3 verschiedene Signalfolgen A, B und C. Die Regel in diesem Fall wäre, daß mindestens eine Signalfolge als Paar mit einem Abstand von mehr als einem weiteren Paar anderer Signalfolgen zum Synchronsymbol zusammengesetzt werden.

Es ist auch möglich, die verschiedenen Signalfolgen nicht direkt hintereinander, sondern mit einem gewissen Abstand voneinander auszusenden.

Das vorgestellte Verfahren geht davon aus, daß die verschiedenen Signalfolgen jeweils die gleiche Länge haben.

- 13 -

Es ist auch möglich, verschiedene Signalfolgen A und B zu verwenden, die verschiedene Länge haben. Die Berechnungsvorschriften gelten sinngemäß und müssen im Detail für diesen Zweck angepaßt werden.

5

Literatur:

- [1] W. Zou, Y.Wu, „COFDM: an Overview“, IEEE Transactions on Broadcasting, Vol 41, No. 1, März 1995
- 10 [2] Chevillat, P.R., Mainwald, D., Ungerboeck, G. (1987). Rapid Training of a Voiceband Data-Modem Receiver Employing an Equalizer with Fractional-T Spaced Coefficients, IEEE Trans.on Communications 35(9), 869-876
- 15 [3] Müller-Weinfurtner, S.H. (1998) On the Optimality of Metrics for Coarse Frame Synchronization in OFDM a Comparison, 9th IEEE PIMRC`98
- [4] Müller-Weinfurtner, S.H., Rößler, J.F., Huber, J.B. (1998) Analysis of a Frame- and Frequency Synchronizer for Bursty OFDM, Proceedings of the 7th CTMC at IEEE Globecom `98, pp.201-206

25

5

10

Ansprüche

1. Verfahren zur Synchronisation eines oder mehrerer Empfänger auf einen Sender innerhalb eines Übertragungssystems unter Verwendung eines Datenstromes mit Schutzintervallen insbesondere für den Ausgleich von Mehrwegeausbreitung mit folgenden Maßnahmen:
 - 15 - Der Sender (S) fügt eine spezielle Synchronisationsfolge in den Datenstrom insbesondere zu Beginn der Aussendung ein, die dazu geeignet ist, die zeitliche Lage des zu empfangenden Signals und/oder die Frequenzablage zwischen Sender (S) und Empfänger (E) zu schätzen,
 - 20 - die Synchronisationsfolge wird aus mindestens zwei verschiedenen Symbolsequenzen (A, B) gebildet, die abwechselnd periodisch ausgesendet werden,
 - 25 - die zeitliche Lage des zu empfangenden Signals und/oder die Frequenzablage zwischen Sender (S) und Empfänger (E) wird aus einem Verbundterm der verschiedenen Symbolsequenzen (A, B) innerhalb eines vorgegebenen Intervalls ermittelt.

35

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem OFDM-Übertragungssystem die Symbolsequenzen (A, B) aus OFDM-Symbolen bestehen, die gleiche oder verschiedene Längen wie ein übliches Datensymbol haben.
5
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, das die Symbolsequenzen (A, B) mindestens paarweise jeweils abwechselnd gesendet werden.
10
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehr als zwei verschiedenen Symbolsequenzen mindestens eine Symbolsequenz als Paar mit einem Abstand von mindestens einem weiteren Paar einer anderen Symbolsequenz zur Synchronisationsfolge zusammengesetzt wird.
15
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß Schutzintervalle vor den einzelnen Symbolsequenzpaaren (AA, BB, AA, ...) vorgesehen sind.
20
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zu einer Blocksynchronisation die Gesamtmetrik der als Synchronisationsfolge verwendeten Symbolsequenzen herangezogen wird und als Blockbeginn derjenige Index ausgewählt wird, der die Gesamtmetrik innerhalb des vorgegebenen Intervalls minimiert.
25
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das vorgegebene Intervall vom Rahmenaufbau des Datenstromes bestimmt wird.
30
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Schätzung der Frequenzablage die Phasendrehung von jeweils zwei benachbarten gleichartigen Signalabschnitten ermittelt wird.
35

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasendrehungen anderer gleichartiger Signalabschnitte ebenfalls ermittelt werden und die gesamte Frequenzablage durch Mittelung über die so gewonnenen Phasendrehungen geschätzt wird.
5
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Symbolsequenzen zur Kanalschätzung für eine kohärente Demodulation herangezogen werden, indem die Symbolsequenz nach erfolgter Frequenzkorrektur im Empfänger einer FFT-Transformation (Fast Fourier Transformation) unterzogen werden und die Amplituden und Phasengewichte der einzelnen Unterträger bestimmt werden.
15
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalparameter durch Mittelung über die verschiedenen Symbolsequenzen (A, B) geschätzt werden.
20
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Synchronisationsfolge eine Präambel (P) vorangestellt wird, die insbesondere dazu vorgesehen ist, die Amplitudenregelung (GC) des Empfängers (E) einzustellen.
25
13. Sender (S) zur Aufbereitung einer Synchronisationsfolge für mindestens einen Empfänger (E) innerhalb eines Übertragungssystems unter Verwendung eines Datenstromes mit Schutzintervallen insbesondere für den Ausgleich von Mehrwegeausbreitung mit folgenden Merkmalen:
30
 - einer Codier- bzw. Modulationseinrichtung (CM),
 - einer Einblendeinrichtung (EB) für eine Synchronisationsfolge, die aus mindestens zwei
35

verschiedenen Symbolsequenzen (A, B), gebildet wird,
wobei die Einblendeinrichtung (EB) so ausgebildet ist,
daß eine abwechselnd periodische Einfügung der
Synchronisationsfolge in den von der Codier- bzw.
5 Modulationseinrichtung (CM) aufbereiteten Datenstrom
ausführbar ist,

- 10 - einer mit der Einblendeinrichtung (EB) in Wirkverbindung
stehenden Speichereinrichtung (SP) für die verschiedenen
Symbolsequenzen bzw. deren Verknüpfung.

14. Empfänger (E) zum Empfang und zur Auswertung einer
Synchronisationsfolge, die von einem Sender (S)
innerhalb eines Übertragungssystems aussendbar ist unter
15 Verwendung eines Datenstromes mit Schutzintervallen
insbesondere für den Ausgleich von Mehrwegeausbreitung
mit folgenden Merkmalen:

- 20 - einem Abtastspeicher (AS) für einen empfangenen
Datenstrom,
- einer Synchronisationsauswerte-Einrichtung (SY) die mit
dem Abtastspeicher (AS) in Wirkverbindung steht, und die
geeignet ist, eine Synchronisationsfolge bestehend aus
25 mindestens zwei verschiedenen Symbolsequenzen (A, B), die
abwechselnd periodisch aussendbar sind, bezüglich der
zeitlichen Lage und/oder Frequenzablage innerhalb eines
vorgegebenen Intervalls auszuwerten und entsprechende
Empfangseinheiten zur Blocksynchroisation (BS),
30 Frequenzsynchroisation (FS) und/oder Kanalschätzung (KS)
zu steuern.

35 15. Kommunikationssystem unter Verwendung des Verfahrens nach
einem der Ansprüche 1 bis 12, oder einer Anordnung nach
Anspruch 13 oder 14, welches als

- 18 -

- Funkkommunikationssystem, leitergebundenes
Kommunikationssystem oder als
Hybridkommunikationssystem, daß heißt als
Kommunikationssystem mit Funkkomponenten,
5 Lichtwellenleiterkomponenten und/oder leitergebundenen
Komponenten, ausgebildet ist und bei welchen Teilnehmern
jeweils ein Sender und ein Empfänger zugeordnet ist mit
variablen Sende- und Empfangsbetrieb.
- 10 16. Rundsendekommunikationssystem unter Verwendung des
Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 oder einer
Anordnung nach Anspruch 13 oder 14, welches als
Funkkommunikationssystem, leitergebundenes
Kommunikationssystem oder als
15 Hybridkommunikationssystem, das heißt als
Kommunikationssystem mit Funkkomponenten,
Lichtwellenleiterkomponenten und/oder leitergebundenen
Komponenten ausgebildet ist, und bei welchem die
Zuordnung von Sende- und Empfangsbetrieb fest vorgegeben
20 ist.

1/2

Fig.1

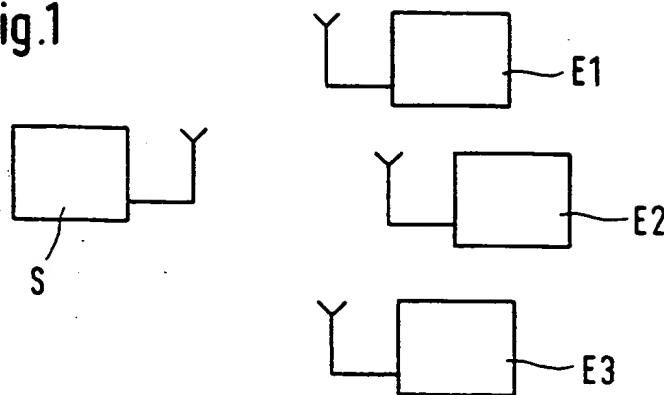


Fig.2

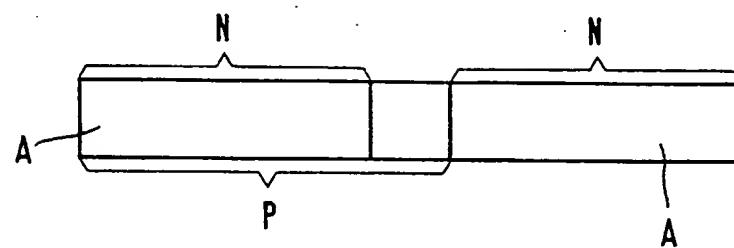


Fig.3

$$L_2 = k L_1, k \in \{2, 4, 6, \dots\}$$

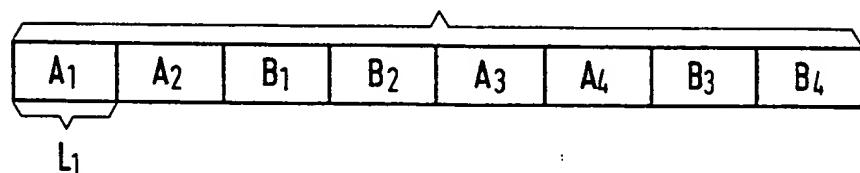


Fig.4

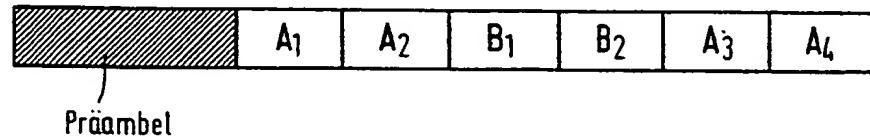


Fig.5

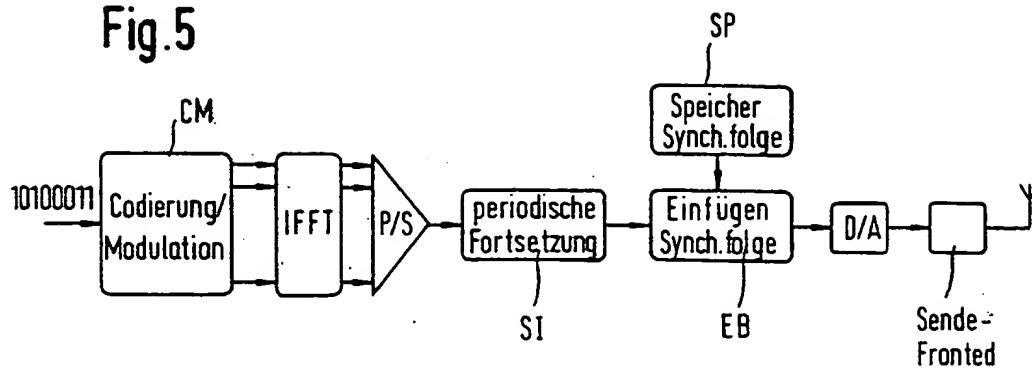
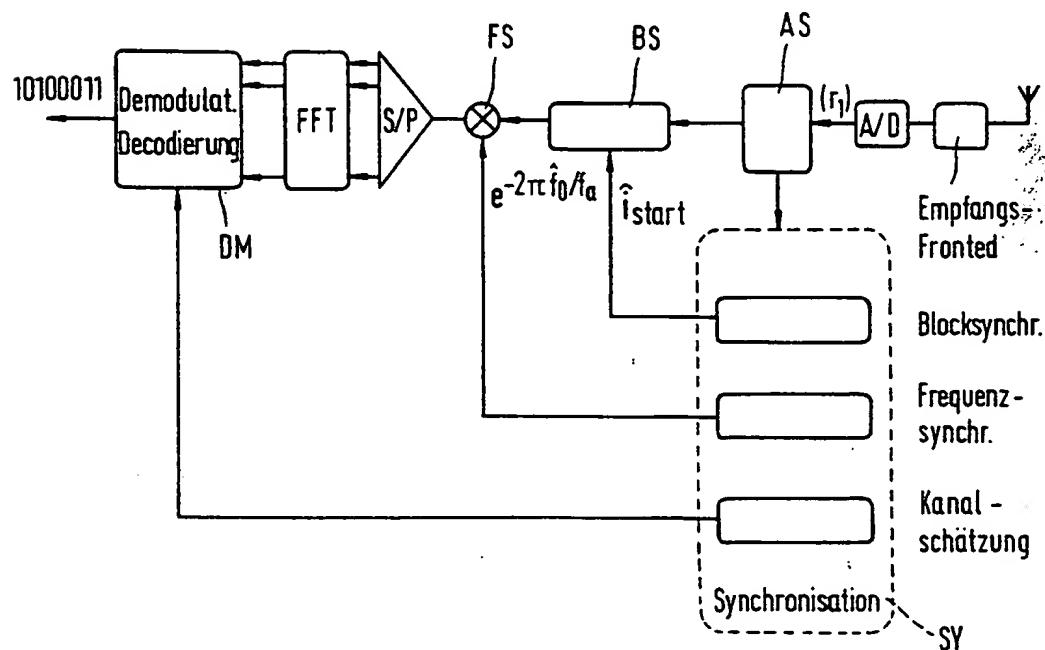


Fig.6



Verfahren zur Synchronisation

10

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur
15 Synchronisation eines oder mehrerer Empfänger auf einen
Sender innerhalb eines Übertragungssystems unter Verwendung
eines Datenstromes mit Schutzintervallen insbesondere für
den Ausgleich von Mehrwegeausbreitung sowie von einem Sender
zur Aufbereitung einer Synchronisationsfolge und einem
20 Empfänger zur Auswertung dieser Synchronisationsfolge und
einem Kommunikationssystem.

Es wird beispielsweise davon ausgegangen, daß ein Sender
einen oder mehrere Empfänger bedient. Der Sender sendet zu
25 einem Zeitpunkt ein oder mehrere Pakete an die Empfänger.

In einem Übertragungssystem, welches insbesondere OFDM
(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) verwendet,
stellt sich das Problem der Synchronisation. Bei der OFDM-
30 Übertragung werden die Sendesymbole auf mehrere Unterträger
im Frequenzbereich durch eine im allgemeinen digitale
Modulationsart aufmoduliert [1]. Die Unterträger werden dann
in Summe mit einer IFFT (Inverse Fast Fourier
Transformation) in den Zeitbereich transformiert und
35 anschließend ausgesendet.

Im Empfänger ist es notwendig einige Informationen über das gesendete Signal zu rekonstruieren, insbesondere den Blockbeginn und die Frequenzablage.

5 Zur Ermittlung des Blockbeginns muß die zeitliche Lage des zu empfangenden Signals bekannt sein. Für diesen Zweck wird meist ein zweistufiges Verfahren verwendet, d.h. zuerst eine grobe und anschließend eine feine Detektion des Blockbeginns nacheinander durchgeführt werden.

10

Im Normalfall hat der Empfänger eine Frequenzablage gegenüber dem Sender. Im Falle von OFDM ist diese Ablage besonders kritisch, weil es dadurch zu einer Störung der Orthogonalität kommen kann, die zu erhöhten Bitfehlern führt. Die Frequenzsynchronisation dient dazu, diese Frequenzdifferenz zu korrigieren.

Um in einem Kommunikationssystem mit Übertragung relativ kurzer Datenpakete eine Synchronisation zu erreichen, werden 20 einem Übertragungsburst gemäß [2], [3] und [4] zwei identische Synchronisationssymbole, insbesondere OFDM-Symbole vorangestellt, die zweimal mit einem vorgegebenen Abstand ausgesendet werden. Die Position dieser Signale kann durch Auswertung der Metrik bestimmt werden.

25

Zur Vermeidung von Intersymbol-Interferenzen (ISI) wird im Zusammenhang mit der OFDM-Übertragungstechnik häufig ein Schutzintervall im Sender eingefügt, dessen Länge an die Dauer der Kanalimpulsantwort angepaßt ist. Damit im Empfänger auch tatsächlich keine Störung durch zeitlich benachbarte Symbole auftreten, muß der Einschwingzeitpunkt, das heißt der Beginn des ISI-freien Signalabschnittes, vor der Datenauswertung im Empfänger ermittelt werden. Die Ermittlung dieses Zeitpunktes wird als Block- oder Symbolsynchronisation bezeichnet. Wenn die Impulsantwort des

35

vorliegenden Kanals kürzer ist als das Schutzintervall, muß die Blocksynchronisation nicht genau den Beginn des eingeschwungenen Zustands ermitteln, sondern es ergibt sich ein zulässiges Synchronisationsintervall.

5

Vorteile der Erfindung

Mit den Maßnahmen gemäß Anspruch 1 lässt sich die Genauigkeit der Synchronisation gegenüber bekannten Verfahren wesentlich verbessern. Während die bekannten Verfahren eigentlich nur zu einer groben Blocksynchronisation verwendbar sind, liefert das Verfahren nach der Erfindung recht genaue Ergebnisse sowohl hinsichtlich einer feinen Block- als auch einer Frequenzschätzung. Die erfindungsgemäße Lösung eignet sich vorteilhaft für OFDM als Übertragungsverfahren. Wenn eine kohärente Demodulation vorgesehen ist, kann die Synchronisationsfolge zur Blocksynchronisation und Schätzung der Frequenzablage auch zur Schätzung der Kanalimpulsantwort verwendet werden.

20

Der Implementierungsaufwand für das Verfahren nach der Erfindung ist kaum höher als bei bekannten Verfahren, liefert aber eine erhöhte Genauigkeit der Schätzung insbesondere der Frequenzablage.

25

Das Verfahren nach der Erfindung bzw. ein entsprechender Sender und Empfänger eignet sich vorteilhaft zum Einsatz in Funksystemen, und zwar in normalen bidirektionalen Kommunikationssystemen mit variabler Rollenverteilung von Sender und Empfänger als auch in Rundstrahlsystemen, in denen die Rollen von Sender und Empfänger statisch über der Zeit sind.

30
35 Als Übertragungsmedium kann außer Funk auch eine leitungsgebundene Übertragung vorgesehen sein,

beispielsweise über Koaxialkabel oder über geschirmte oder ungeschirmte Adernpaare eines Leitungsnetzes. Auch in Hybridkommunikationssystemen, daß heißt mit Funkkomponenten, leitungsgebundenen Komponenten und/oder Lichtquellenleiter-
5 Komponenten, ist die Erfindung vorteilhaft einsetzbar.

Als Modulationsart eignet sich insbesondere OFDM. Aber auch in Systemen ohne OFDM, wo Übertragungsverfahren verwendet werden, in denen ein Schutzintervall für den Ausgleich von
10 Mehrwegeausbreitung vorgesehen ist, kann die Erfindung vorteilhaft zum Einsatz kommen.

Zeichnungen

15 Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Funknetz mit einem Sender und mehreren Empfängern,

- 20 Figur 2 den Aufbau einer Synchronisationsfolge nach dem Stand der Technik,

Figur 3 den Aufbau einer Synchronisationsfolge nach der Erfindung,

Figur 4 den Aufbau einer Synchronisationsfolge mit Präambel,

25 Figur 5 ein Blockschaltbild eines Senders nach der Erfindung,

Figur 6 ein Blockschaltbild eines Empfängers nach der Erfindung.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

30

Bevor auf die eigentliche erfindungsgemäße Realisierung eingegangen wird, wird zum besseren Verständnis die Synchronisation nach dem Stand der Technik erläutert.

Es wird für die folgenden Betrachtungen davon ausgegangen, daß gemäß Figur 1 ein Sender S eines Teilnehmers mehrere Empfänger E1, E2, E3 anderer Teilnehmer bedient.

5 Der Sender S eines Teilnehmers sendet im Moment ein oder mehrere Datenpakete an die Empfänger E1, E2, E3, deren Dauer konstant oder variabel sein kann. Die Situation kann sich allgemein auch derart ändern, daß dynamisch einer der Teilnehmer vom Empfangsbetrieb später auf Sendebetrieb 10 umschaltet und ein sendender Teilnehmer und/oder die anderen empfangenden Teilnehmer dann im Empfangsbetrieb arbeiten.

15 Es wird weiter davon ausgegangen, daß als Übertragungsverfahren OFDM verwendet wird, vergleiche [1], [3], [4]. Dazu werden die Sendesymbole auf mehrere Unterträger im Frequenzbereich durch eine im allgemeinen digitale Modulationsart aufmoduliert. Die Unterträger werden dann in Summe mit einer IFFT (Inverse Fast Fourier Transformation) in den Zeitbereich transformiert und 20 anschließend ausgesendet.

25 Da in einem Kommunikationssystem nur kurze Datenpakete übertragen werden, ist eine schnelle Synchronisation dringend erforderlich. Dies ist nur mit Hilfe eines speziellen Synchronisationssymbols zu erreichen, das dem Datenpaket im Sender vorangestellt wird.

Ein bekanntes Verfahren zur Blocksynchroisation, vergleiche 30 [2] und [3], ist die Auswertung eines Signals $A = \{r_i\}$ der Länge N, das zweimal mit dem Abstand P versendet wird, siehe Figur 2. Die Position dieses Signals kann durch Auswertung der Metrik:

$$\begin{aligned} \lambda(i, N, P) &= \min_{\varphi} \left\{ \sum_{j=0}^{N-1} \left| r(i+j) - r(i+j+P) e^{j\varphi} \right|^2 \right\} \\ &= \min_{\varphi} \left\{ \sum_{j=0}^{N-1} \left| r(i+j) \right|^2 + \left| r(i+j+P) \right|^2 - 2 \operatorname{Re} \{ r(i+j) r^*(i+j+P) e^{-j\varphi} \} \right\} \\ 5 &= \sum_{j=0}^{N-1} \left[\left| r(i+j) \right|^2 + \left| r(i+j+P) \right|^2 \right] - 2 \left| \sum_{j=0}^{N-1} r(i+j) r^*(i+j+P) \right| \\ &= E(i, N, P) - 2 |w(i, N, P)| \end{aligned}$$

bestimmt werden.

- 10 Das Kriterium für den Blockbeginn ist gegeben durch den Index i , bei dem die Metrik ihre minimale Phase aufweist:
 $i_{\text{start}} = \arg \min_i \lambda(i, N, P)$
- 15 Die Blocksynchronisation im OFDM-System soll anhand der periodischen Präambel auf den interferenzfreien Bereich der folgenden Datenblöcke schließen. Dazu wird das Korrelationsfenster gegenüber der Sequenzlänge um die Länge des Schutzintervalls verkürzt.
- 20 Dieses zuvor beschriebene Verfahren wird eigentlich zur groben Blocksynchronisation verwendet. Daher liefert es prinzipbedingt nur recht ungenau Ergebnisse sowohl hinsichtlich einer feinen Block- als auch Frequenzschätzung.
- 25 Der Sender S gemäß Figur 1 fügt eine spezielle Synchronisationsfolge insbesondere zu Beginn der Aussendung in den Datenstrom ein, die im Empfänger dazu dient, die zeitliche Lage des zu empfangenden Signals und/oder die Frequenzablage zwischen Sender und Empfänger zu schätzen.
- 30 Die Synchronisationsfolge wird erfindungsgemäß folgendermaßen gebildet:
- es werden zwei verschiedene Symbolsequenzen A und B gleicher Länge L , mit idealerweise günstigen

Autokorrelations-Eigenschaften ausgewählt. Im Falle von OFDM können dies OFDM-Symbole sein, die die gleiche oder verschiedene Länge wie ein normales Datensymbol haben,

- 5 - die beiden Symbolsequenzen A und B werden immer so ausgesendet, das abwechselnd zweimal A und zweimal B ausgesendet wird, gemäß Figur 3. Die Indizes bei den Symbolsequenzen A und B bezeichnen dabei das Auftreten der Folgen A und B.

10 Die zeitliche Lage des zu empfangenden Signals zwischen Sender S und Empfänger E wird aus einem Verbundterm, insbesondere der Gesamtmetrik, der verschiedenen Symbolsequenzen, hier der Symbolsequenzpaare innerhalb eines vorgegebenen Intervalls, ermittelt.

15

Dann ergibt sich im Empfänger die Gesamtmetrik λ_s aus der Summe der Einzelmetriken λ über alle gleichartigen Sequenzpaare (A_i, A_m) bzw. (B_i, B_m) mit $1 \leq i, m \leq M$ und $m > i$ zu:

$$\lambda_s(i) = \sum_{(A_i, A_m) \in M_A} \lambda(i + S(A_i, A_m), L_1, \Delta(A_i, A_m)) + \sum_{(B_i, B_m) \in M_B} \lambda(i + S(B_i, B_m), L_1, \Delta(B_i, B_m))$$

25 In dieser Gleichung bezeichnet $S(X, Y)$ den relativen Startindex für das Signalintervall X und $\Delta(X, Y)$ den Abstand der beiden Signalpaare X, Y.

Es wird derjenige Index i_{start} als Blockbeginn ausgewählt, der die Metrik λ_s innerhalb eines von der Rahmensynchronisation vorgegebenen Intervalls I_{RS} minimiert:

$$i_{start} = \arg \min_{i \in I_{RS}} \lambda_s(i)$$

Bei der Frequenzschätzung ergibt sich das Problem, daß die Phasendrehung zwischen zwei gleichartigen Symbolen (A_1, A_m) bzw. (B_1, B_m) 360° überschreiten kann, so daß die resultierende Vieldeutigkeit zunächst aufgelöst werden muß.

Als Referenzfrequenz f_{ref} hierfür kann die geschätzte Frequenzlage \hat{f}_o aus der Phasendrehung $\hat{\phi}_{o1}$ jeweils zwei benachbarter periodischer Abschnitte herangezogen werden, da hier der Fangbereich mit $|\hat{f}_o| < f_o / (\pi L_1)$ am größten ist,

wobei

$$f_{ref} = \hat{f}_{o1} = \frac{\hat{f}_o \cdot \hat{\phi}_{o1}}{2\pi L_1}$$

mit

$$\hat{\phi}_{o1} = \arg \left\{ \sum_{i=1,3,5,\dots}^{M-1} w(i_{start} + S(A_i, A_{i+1}), L_1, L_1) + w(i_{start} + S(B_i, B_{i+1}), L_1, L_1) \right\}.$$

Um eine möglichst sichere Frequenzschätzung zu erzielen, sollten auch hier die Phasendrehungen auf allen anderen Intervall-Paaren (A_1, A_m) bzw. (B_1, B_m) berücksichtigt werden. Seien $M_{A,\delta} \subset M_A$ und $M_{B,\delta} \subset M_B$ die Menge aller Paare (A_1, A_m) bzw. (B_1, B_m) mit gleichem Abstand $\Delta(A_1, A_m)$ bzw. $\Delta(B_1, B_m)$ und sei δ_{max} die Anzahl unterschiedlicher Mengen $M_{A/B,\delta}$, dann ergibt sich insgesamt für den Schätzwert der Frequenzlage \hat{f}_o :

$$\hat{f}_o = \sum_{\delta=1}^{\delta_{max}} c_\delta \cdot \hat{f}_{o\delta} = \sum_{\delta=1}^{\delta_{max}} c_\delta \frac{\hat{f}_o \cdot \hat{\phi}_{o\delta} \cdot e^{-j\nu(\hat{\phi}_{o1}, \hat{\phi}_{o\delta})}}{2\pi\delta(A_1, A_m \in M_{A,\delta})}$$

wobei

$$\hat{\phi}_{o\delta} = \arg \left\{ \sum_{(A_i, A_j) \in M_{A,\delta}} w(i_{start} + S(A_i, A_j), L_1, \Delta(A_i, A_j)) + \sum_{(B_i, B_j) \in M_{B,\delta}} w(i_{start} + S(B_i, B_j), L_1, \Delta(B_i, B_j)) \right\}$$

Die Koeffizienten c_δ sind Wichtungsfaktoren, mit denen die unterschiedlichen Rauschleistungen, die den

Phasenschätzwerten überlagert sind, berücksichtigt werden.
Sie ergeben sich einerseits aus der Anzahl Sequenzpaare, die
berücksichtigt werden, andererseits aus dem Abstand (x, y)
der Frequenzpaare. Die Funktion $v(\hat{\phi}_{oi}, \hat{\phi}_{od})$ löst die
5 Vieldeutigkeit der Phase $\hat{\phi}_{od}, \delta > 1$ anhand des zuvor
ermittelten Phasenschätzwertes $\hat{\phi}_{oi}$ auf.

Die angegebenen Symbole können erfindungsgemäß auch zur
Kanalschätzung herangezogen werden, wenn sie im Sender und
10 Empfänger bekannt sind. Zu diesem Zweck werden die
Synchronisationssymbole nach erfolgter Frequenzkorrektur im
Empfänger FFT-prozessiert und die Amplituden- und
Phasengewichte der einzelnen Unterträger bestimmt. Wenn die
Synchronsignale (A bzw. B) kürzer sind als ein normales
15 OFDM-Symbol, müssen die Phasen- und Amplitudengewichte der
nicht übertragenen Unterträger durch Interpolation ermittelt
werden. Die Tatsache, daß mehrere bekannte Synchronsymbole
verwendet werden, kann dazu ausgenutzt werden, eine
Mittellung der Kanalparameter über die bekannten Symbole
20 durchzuführen, um damit die Genauigkeit der Kanalschätzung
zu erhöhen.

Es soll nun angenommen werden, daß der Sender jeder
Synchronisationsfolge eine Präambel nach Figur 4
25 voranstellt. Der erfindungsgemäßen Synchronisationsfolge
wird eine Präambel vorangestellt, die dazu dient, die Gain
control des Empfängers richtig einzustellen, um die Analog-
Digital-Umsetzer im Empfänger voll auszusteuern. Das sich
anschließende Synchronisationssymbol besteht aus der Sequenz
30 AABBA.

Die Metrik für die Blocksynchronisation wird in diesem Fall
folgendermaßen berechnet:

$$\begin{aligned}\lambda_s(i) = & \lambda(i, L_1, L_1) + \lambda(i, L_1, 4L_1) + \lambda(i, L_1, 5L_1) + \lambda(i + L_1, L_1, 3L_1) \\ & + \lambda(i + L_1, L_1, 4L_1) + \lambda(i + 4L_1, L_1, L_1) + \lambda(i + 2L_1, L_1, L_1)\end{aligned}$$

Die Einzelmetriken entsprechen den Paaren (A_1, A_2) , (A_1, A_3) ,
5 (A_1, A_4) , (A_2, A_3) , (A_2, A_4) , (A_3, A_4) , (B_1, B_2) . Der Startwert für
den Block ist:

$$i_{start} = \arg \min_i \lambda_s(i)$$

10 Für die Frequenzsynchronisation wird die Frequenzablage \tilde{f}_0 folgendermaßen berechnet:

$$\hat{\phi}_{o1} = \arg \{ w(i_{start}, L_1, L_1) + w(i_{start} + 2L_1, L_1, L_1) + w(i_{start} + 4L_1, L_1, L_1) \},$$

$$\hat{\phi}_{o2} = \arg \{ w(i_{start}, L_1, 4L_1) + w(i_{start} + L_1, L_1, 4L_1) \}.$$

15

$$\hat{f}_0 = \frac{f_a}{2\pi} \left(c_1 \frac{\hat{\phi}_{o1}}{L_1} + c_2 \frac{\hat{\phi}_{o2} e^{-jV(\hat{\phi}_{o1}, \hat{\phi}_{o2})}}{4L_1} \right)$$

20 Eine mögliche Realisierung des Senders ist in Figur 5
gezeigt. Ein OFDM-Sender, das heißt dessen Codier- bzw.
Modulationseinrichtung CM, wird mit einer Bitfolge gespeist.
Es folgt die übliche Prozessierung mit IFFT (Inverse Fast
Fourier Transformation), parallel-seriell Wandlung P/S sowie
das Einfügen des Schutzintervalls SI durch periodische
25 Fortsetzung (vergleiche [1]). Anschließend wird zu Beginn
einer jeden Aussendung die Synchronisationsfolge aus einem
Speicher SP ausgelesen und zusammen mit der Präambel nach
Figur 4 mittels der Einblendseinrichtung EB eingefügt. Das
Signal wird digital-analog (D/A) umgesetzt und dem
30 Sendefrontend SF übergeben, wo es gegebenenfalls in eine
andere Frequenzlage hochgemischt und über eine Antenne
ausgesendet wird. Das Einfügen der Synchronisationsfolge
geschieht in der Realisierung in Figur 5 nach der IFFT, so
daß im Speicher SP das Zeitsignal der Synchronisationsfolge
35 vorliegen muß. Unter bestimmten Bedingungen ist es aber

genauso gut möglich, die Synchronisation folge vor der IFFT einzufügen und durch die IFFT prozessieren zu lassen.

Eine mögliche Realisierung des Empfängers ist in Figur 6
5 gezeigt. Im Empfänger gelangt das ins Basisband gemischte
und analog-digital umgesetzte Signal in einen Abtastspeicher
AS. Auf diesen Abtastspeicher AS kann die
10 Synchronisationsvorrichtung SY zugreifen, um die
Blocksynchronisation, Frequenzsynchronisation und
Kanalschätzung durchzuführen. Nach erfolgreicher
Blocksynchronisation wird eine Fensterungseinheit BS
angesprochen, die die richtigen Werte aus dem
15 Abtastpufferspeicher liest. Anschließend wird eine
Frequenzkorrektur in der Mischeinrichtung FS mit der
ermittelten Frequenzablage durchgeführt. Nach der seriell-
parallel Umsetzung S/P und der FFT-Prozessierung werden die
von der Kanalschätzung ermittelten Kanalparameter zur
Demodulation und Dekodierung DM verwendet.

20 Nachfolgend werden Alternativen zur Realisierung des
erfindungsgemäßen Verfahrens vorgestellt:

- Beim Berechnungsverfahren für die Gesamtmetrik ist es
auch möglich, nicht alle möglichen Paare zu
berücksichtigen. Im Ausführungsbeispiel würde sich die
25 Berechnungsvorschrift für die Blocksynchronisation
beispielsweise folgendermaßen ändern:

$$\lambda_s(i) = \lambda(i, L_1, L_1) + \lambda(i, L_1, 4L_1) + \lambda(i + L_1, L_1, 4L_1) + \lambda(i + 4L_1, L_1, L_1) + \lambda(i + 2L_1, L_1, L_1)$$

30 Die Einzelmetriken würden in diesem Fall den Paaren (A_1, A_2) , (A_1, A_3) , (A_2, A_4) , (A_3, A_4) , (B_1, B_2) entsprechen.

Gleichermassen ist es möglich, beim Berechnungsverfahren
für die Frequenzablage nur einen Teil der möglichen

Winkelablagen bei der Berechnung der Gleichung für $\varphi_{0\delta}$ zu verwenden.

- Es ist unter Umständen günstig, Schutzintervalle vor den einzelnen Frequenzpaaren einzufügen. Wenn S ein Schutzintervall beliebiger Länge ist (im allgemeinen die periodische Fortsetzung eines Symbols), ergibt sich damit beispielhaft die Folge SAASBBSAA. Die oben beschriebenen Berechnungsvorschriften gelten sinngemäß, wobei die Schutzintervalle nicht ausgewertet werden.
- Gemäß dem zuvor beschriebenen Verfahren werden die Signalfolgen A und B jeweils paarweise mehrere Male nacheinander versendet. Die Verfahren für Block- und Frequenzsynchronisation lassen sich analog auch verwenden, wenn die Signalfolgen einzeln hintereinander folgen, zum Beispiel die Folge ABAB. Ebenso ist es möglich, die Folgen A und B nicht paarweise, sondern jeweils mehr als zweimal einzufügen. Eine beispielhafte Folge für je dreifaches Auftreten wäre AAABBBAAA. Die oben angegebenen Berechnungsvorschriften gelten sinngemäß.

Darüberhinaus ist es möglich, mehr als zwei verschiedene Signalfolgen zu verwenden, beispielsweise 3 verschiedene Signalfolgen A, B und C. Die Regel in diesem Fall wäre, daß mindestens eine Signalfolge als Paar mit einem Abstand von mehr als einem weiteren Paar anderer Signalfolgen zum Synchronsymbol zusammengesetzt werden.

Es ist auch möglich, die verschiedenen Signalfolgen nicht direkt hintereinander, sondern mit einem gewissen Abstand voneinander auszusenden.

Das vorgestellte Verfahren geht davon aus, daß die verschiedenen Signalfolgen jeweils die gleiche Länge haben.

Es ist auch möglich, verschiedene Signalfolgen A und B zu verwenden, die verschiedene Länge haben. Die Berechnungsvorschriften gelten sinngemäß und müssen im Detail für diesen Zweck angepaßt werden.

5

Literatur:

- [1] W. Zou, Y.Wu, „COFDM: an Overview“, IEEE Transactions on Broadcasting, Vol 41, No. 1, März 1995
- 10 [2] Chevillat, P.R., Mainwald, D., Ungerboeck, G. (1987) Rapid Training of a Voiceband Data-Modem Receiver Employing an Equalizer with Fractional-T Spaced Coefficients, IEEE Trans.on Communications 35(9), 869-876
- 15 [3] Müller-Weinfurtner, S.H. (1998) On the Optimality of Metrics for Coarse Frame Synchronization in OFDM a Comparison, 9th IEEE PIMRC`98
- 20 [4] Müller-Weinfurtner, S.H., Rößler, J.F., Huber, J.B. (1998) Analysis of a Frame- and Frequency Synchronizer for Bursty OFDM, Proceedings of the 7th CTMC at IEEE Globecom `98, pp.201-206

25

5

10

Ansprüche

1. Verfahren zur Synchronisation eines oder mehrerer Empfänger auf einen Sender innerhalb eines Übertragungssystems unter Verwendung eines Datenstromes mit Schutzintervallen insbesondere für den Ausgleich von Mehrwegeausbreitung mit folgenden Maßnahmen:
 - Der Sender (S) fügt eine spezielle Synchronisationsfolge in den Datenstrom insbesondere zu Beginn der Aussendung ein, die dazu geeignet ist, die zeitliche Lage des zu empfangenden Signals und/oder die Frequenzablage zwischen Sender (S) und Empfänger (E) zu schätzen,
 - die Synchronisationsfolge wird aus mindestens zwei verschiedenen Symbolsequenzen (A, B) gebildet, die abwechselnd periodisch ausgesendet werden,
 - die zeitliche Lage des zu empfangenden Signals und/oder die Frequenzablage zwischen Sender (S) und Empfänger (E) wird aus einem Verbundterm der verschiedenen Symbolsequenzen (A, B) innerhalb eines vorgegebenen Intervalls ermittelt.

35

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem OFDM-Übertragungssystem die Symbolsequenzen (A, B) aus OFDM-Symbolen bestehen, die gleiche oder verschiedene Längen wie ein übliches Datensymbol haben.

5

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, das die Symbolsequenzen (A, B) mindestens paarweise jeweils abwechselnd gesendet werden.

10

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehr als zwei verschiedenen Symbolsequenzen mindestens eine Symbolsequenz als Paar mit einem Abstand von mindestens einem weiteren Paar einer anderen Symbolsequenz zur Synchronisationsfolge zusammengesetzt wird.

15

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß Schutzintervalle vor den einzelnen Symbolsequenzpaaren (AA, BB, AA, ...) vorgesehen sind.

20

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zu einer Blocksynchroisation die Gesamtmetrik der als Synchronisationsfolge verwendeten Symbolsequenzen herangezogen wird und als Blockbeginn derjenige Index ausgewählt wird, der die Gesamtmetrik innerhalb des vorgegebenen Intervalls minimiert.

25

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das vorgegebene Intervall vom Rahmenaufbau des Datenstromes bestimmt wird.

30

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Schätzung der Frequenzablage die Phasendrehung von jeweils zwei benachbarten gleichartigen Signalabschnitten ermittelt wird.

35

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß
die Phasendrehungen anderer gleichartiger
Signalabschnitte ebenfalls ermittelt werden und die
gesamte Frequenzablage durch Mittelung über die so
gewonnenen Phasendrehungen geschätzt wird.

5

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch
gekennzeichnet, daß die Symbolsequenzen zur
Kanalschätzung für eine kohärente Demodulation
herangezogen werden, indem die Symbolsequenz nach
erfolgter Frequenzkorrektur im Empfänger einer FFT-
Transformation (Fast Fourier Transformation) unterzogen
werden und die Amplituden und Phasengewichte der
15 einzelnen Unterträger bestimmt werden.

15

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß
die Kanalparameter durch Mittelung über die
verschiedenen Symbolsequenzen (A, B) geschätzt werden.

20

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch
gekennzeichnet, daß der Synchronisationsfolge eine
Präambel (P) vorangestellt wird, die insbesondere dazu
vorgesehen ist, die Amplitudenregelung (GC) des
Empfängers (E) einzustellen.

25

13. Sender (S) zur Aufbereitung einer Synchronisationsfolge
für mindestens einen Empfänger (E) innerhalb eines
Übertragungssystems unter Verwendung eines Datenstromes
30 mit Schutzintervallen insbesondere für den Ausgleich von
Mehrwegeausbreitung mit folgenden Merkmalen:

30

- einer Codier- bzw. Modulationseinrichtung (CM),
- einer Einblendeinrichtung (EB) für eine
35 Synchronisationsfolge, die aus mindestens zwei

35

verschiedenen Symbolsequenzen (A, B), gebildet wird,
wobei die Einblendeinrichtung (EB) so ausgebildet ist,
daß eine abwechselnd periodische Einfügung der
Synchronisationsfolge in den von der Codier- bzw.
5 Modulationseinrichtung (CM) aufbereiteten Datenstrom
ausführbar ist,

- 10
- einer mit der Einblendeinrichtung (EB) in Wirkverbindung
stehenden Speichereinrichtung (SP) für die verschiedenen
Symbolsequenzen bzw. deren Verknüpfung.

14. Empfänger (E) zum Empfang und zur Auswertung einer
Synchronisationsfolge, die von einem Sender (S)
innerhalb eines Übertragungssystems aussendbar ist unter
15 Verwendung eines Datenstromes mit Schutzintervallen
insbesondere für den Ausgleich von Mehrwegeausbreitung
mit folgenden Merkmalen:

- 20
- einem Abtastspeicher (AS) für einen empfangenen
Datenstrom,
 - einer Synchronisationsauswerte-Einrichtung (SY) die mit
dem Abtastspeicher (AS) in Wirkverbindung steht, und die
geeignet ist, eine Synchronisationsfolge bestehend aus
25 mindestens zwei verschiedenen Symbolsequenzen (A, B), die
abwechselnd periodisch aussendbar sind, bezüglich der
zeitlichen Lage und/oder Frequenzablage innerhalb eines
vorgegebenen Intervalls auszuwerten und entsprechende
Empfangseinheiten zur Blocksynchronisation (BS),
Frequenzsynchronisation (FS) und/oder Kanalschätzung (KS)
30 zu steuern.

35

15. Kommunikationssystem unter Verwendung des Verfahrens nach
einem der Ansprüche 1 bis 12, oder einer Anordnung nach
Anspruch 13 oder 14, welches als

Funkkommunikationssystem, leitergebundenes
Kommunikationssystem oder als
Hybridkommunikationssystem, daß heißt als
Kommunikationssystem mit Funkkomponenten,
Lichtwellenleiterkomponenten und/oder leitergebundenen
Komponenten, ausgebildet ist und bei welchen Teilnehmern
jeweils ein Sender und ein Empfänger zugeordnet ist mit
variablen Sende- und Empfangsbetrieb.

- 10 16. Rundsendekommunikationssystem unter Verwendung des
Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 oder einer
Anordnung nach Anspruch 13 oder 14, welches als
Funkkommunikationssystem, leitergebundenes
Kommunikationssystem oder als
15 Hybridkommunikationssystem, das heißt als
Kommunikationssystem mit Funkkomponenten,
Lichtwellenleiterkomponenten und/oder leitergebundenen
Komponenten ausgebildet ist, und bei welchem die
Zuordnung von Sende- und Empfangsbetrieb fest vorgegeben
20 ist.

5

10

Zusammenfassung

15 Zur Synchronisation eines oder mehrerer Empfänger (E) außer
einen Sender (S) innerhalb eines Übertragungssystem fügt der
Sender (S) eine spezielle Synchronisationsfolge in den
Datenstrom ein. Die Synchronisationsfolge wird aus
mindestens zwei verschiedenen Symbolsequenzen (A, B)
gebildet, die abwechselnd periodisch ausgesendet werden.

20

Figur 3

Fig.1

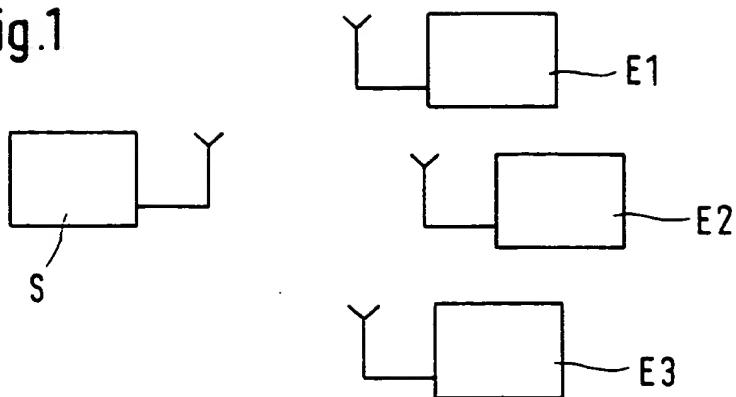


Fig.2

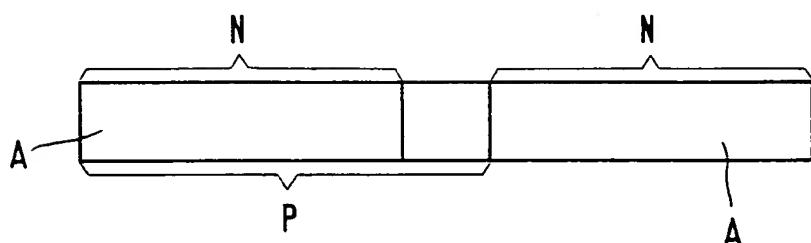


Fig.3

$$L_2 = k L_1, k \in \{2, 4, 6, \dots\}$$

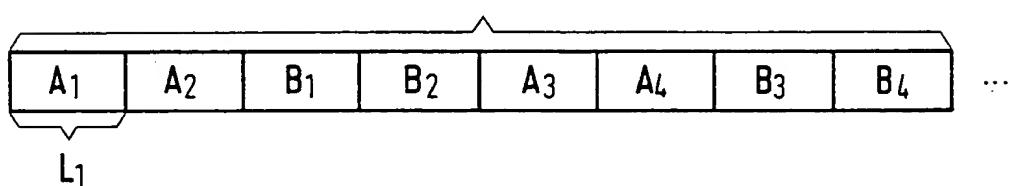


Fig.4

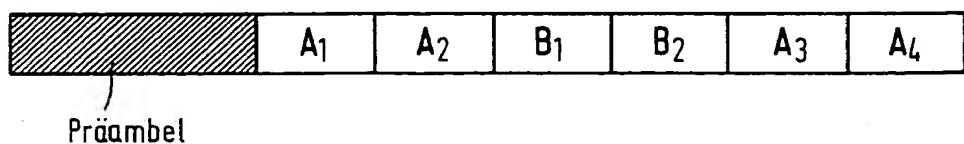


Fig.5

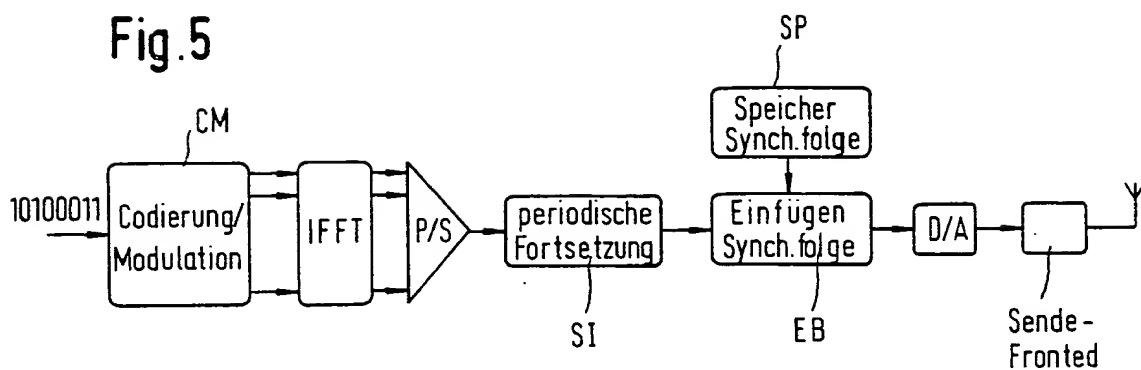
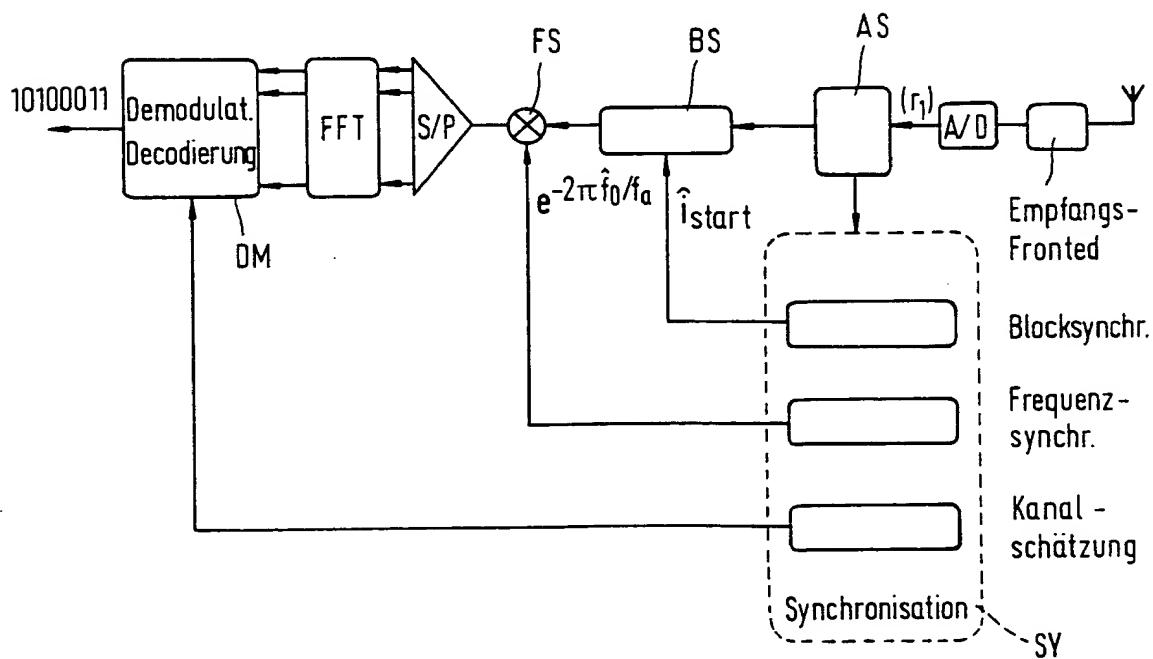


Fig.6



PARENT COOPERATION TREATY

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION
(PCT Rule 61.2)

Date of mailing (day/month/year)

16 January 2001 (16.01.01)

To:

Commissioner
US Department of Commerce
United States Patent and Trademark
Office, PCT
2011 South Clark Place Room
CP2/5C24
Arlington, VA 22202
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

International application No.

PCT/DE00/00915

Applicant's or agent's file reference

R. 35620 Sk/Os

International filing date (day/month/year)

28 March 2000 (28.03.00)

Priority date (day/month/year)

30 March 1999 (30.03.99)

Applicant

RADIMIRSCH, Markus et al

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

06 October 2000 (06.10.00)

in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election was

was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Henrik Nyberg

Telephone No.: (41-22) 338.83.38